

ASPEK PEMBUATAN MODEL LISTRIK HIBRID UNTUK PEMAKAIAN BEBAN RUMAH TANGGA DI KOTA PEKANBARU

Salman Alfarisi*, Indra Yasri**

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Riau Kampus
Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru
28293, Indonesia
Jurusan Teknik Elektro
Universitas Riau

Email: salmanalf.ur@gmail.com

ABSTRACT

The burden of household consumption in the city of Pekanbaru in each year is increasing. PLN as a provider of primary electrical energy source load households depend on fossil fuels to produce electricity, but the amount of fossil energy resources availability is very limited because it requires the utilization of alternative energy sources although on a small scale for the initial process. New alternative and renewable energy is currently widely used, the use of renewable technologies, such as hybrid. Hybrid is an electric power system that combines multiple sources of electrical energy that can be used as a compact and integrated. Based on the above issues will require a feasibility analysis models of hybrid power plant to the load of households in the city of Pekanbaru. This study uses Homer simulation system consisting of solar cells (PV), PLN, and Wind. Based on testing hybrid systems with the optimum configuration consists of PV and PLN with the total Net Present Cost (NPC) amounted to \$ 5.156 and the economic costs (COE) amounted to \$ 0131 / kWh. The simulation results in supply by 37% from PLN and accounted for 63% of the solar energy.

Keywords : renewable energy,Hybrid,Homer

PENDAHULUAN

Kebutuhan listrik yang sangat tinggi dan sebagian masyarakat bergantung pada sumber energi listrik primer. sebagian besar masyarakat bergantung pada sumber energi listrik primer dari PLN, maka secara tidak langsung tuntutan produksi energi listrik oleh PLN juga semakin tinggi. Tentu hal ini berdampak pada kualitas sumber daya alam karena konsumsi bahan-bakar yang tinggi oleh PLN untuk dapat memenuhi permintaan energi listrik, disamping PLN juga masih bergantung pada bahan bakar fosil dalam memproduksi energi listrik. mengingat

jumlah sumber energi fosil ketersediaannya sangat terbatas oleh karena itu diperlukanlah pemanfaatan sumber energi alternatif yakni energi baru terbarukan meskipun dalam skala kecil untuk proses awal.

Penggunaan sumber energi terbaharukan diharapkan memiliki peran aktif dalam menanggulangi permasalahan energi dimasa akan datang. Karena sumber energi ini bersifat ramah lingkungan dan memiliki cadangan yang tidak pernah habis.

Berdasarkan perhitungan dan analisis dari prakiraan kebutuhan energi listrik tahun 2015-2024 pada wilayah PLN area Pekanbaru pertumbuhan konsumsi energi

listrik sektor rumah tangga tumbuh sebesar 10,84% pertahun, Prakiraan pertumbuhan konsumsi energi listrik sektor komersial sebesar 9,79% pertahun, sektor publik sebesar 8,44% pertahun, dan sektor industri sebesar 0,62% pertahun.(Bobby.2015).

Oleh karena hal diatas, Penulis memodelkan pembangkit listrik hibrid untuk pemakaian beban rumah tangga dari energi matahari dan angin, serta didukung oleh PLN sebagai tenaga sekunder dan parameter-parameter lainnya yang dapat dimodelkan dan disimulasikan pada Homer untuk beban rumah tangga di pekanbaru.

TINJAUAN PUSTAKA

a) HOMER (*Hibrid Optimization Model for Energi Renewable*)

Homer singkatan dari *Hybrid Optimization Model for Energi Renewable* adalah Sebuah perangkat lunak yang dikembangkan oleh *U.S National Renewable Energi Laboratory* (NREL) bekerja sama dengan Mistaya Engineering, yang dilindungi hakciptanya oleh *Midwest Research Institute* (MRI) dan digunakan oleh departemen Energi Amerika dengan perangkat lunak yang serupa seperti Hibrid2 ,retscreen, PV*SOL ,dll.

Keunggulan Homer :

1. Dapat mengetahui hasil yang optimal dari konfigurasi sistem (mensimulasikan beberapa konfigurasi sistem berdasarkan Net Present cost).
2. Dapat menunjukkan analisa nilai sensitifitas
3. Dapat memodelkan sistem jaringan transmisi listrik.
4. Komponen-komponen hibrid yang akan digunakan lengkap.
5. Dapat memodelkan sumber daya alam yang tersedia
6. Parameter-parameter *input* (masukan) sangat terperinci.

b) Sumber daya Energi Matahari (*Solar Resouce*)

Sumber energi yang harus ditentukan perencana menggunakan sel

surya / PV. Perencana harus memasukkan data sumber daya matahari dari lokasi yang telah ditentukan sebelumnya. Sumber daya solar mengidentifikasi jumlah rata-rata dari radiasi matahari (pancaran radiasi sinar matahari yang mengarah secara langsung) pada permukaan bumi selama setahun. Data-data radiasi matahari perjam pada permukaan horizontal (kW/m²), rata-rata bulanan radiasi matahari pada permukaan horizontal (kWh.m²/day), dan *index clearness* bulanan

Homer mengkalkulasikan tegangan keluaran dari sel surya menggunakan persamaan :

$$P_{PV} = f_{PV} Y_{PV} \frac{I_T}{I_S}$$

Dimana :

F_{PV} : Pv derating factor

Y_{PV} : daya yang diijinkan dari PV array (kW)

I_T : radiasi matahari secara global pada permukaan PV array (kW/m²)

I_S : 1kW/m², Standar jumlah radiasi yang digunakan untuk nilai dari kapasitas PV array

c) Sumber Daya Energi Angin (*wind resource*)

Untuk memodelkan sistem dari satu atau lebih turbin angin, pada Homer, Perencana harus memasukkan data sumber daya angin yang menunjukkan kecepatan angin selama 12 bulan atau satu tahun di suatu daerah tertentu,

Dalam buletin FAO internal working yang berjudul “ *windmills for water lifting and generator of electricity on the farm*” yang ditulis oleh E.W.golding, daya yang dihasilkan energi angin dirumuskan sebagai berikut :

$$P = k.F.A.E.v^3$$

Dimana : P = daya (kW)

k = konstanta 1,35.10⁻⁵

F=faktor = 0,5925

A = penampang (m²)

E = Efisiensi rotor dan peralatan yang lain
 v = kecepatan angin (m/s)

METODOLOGI PENELITIAN

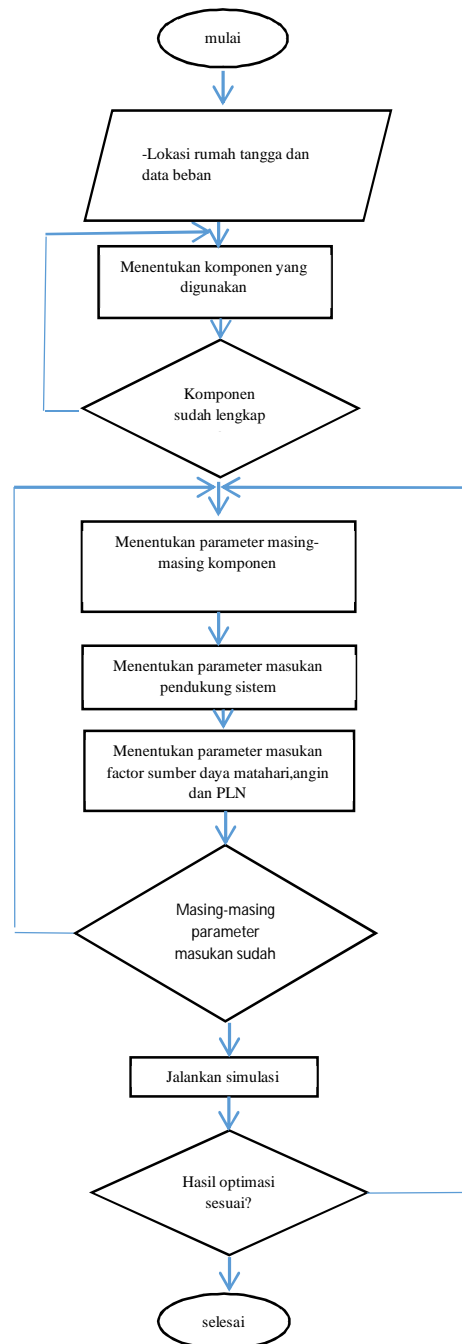
Pada penelitian ini dilakukan di gedung C fakultas Teknik Universitas Riau Pekanbaru. Data yang dibutuhkan diambil dari BMKG dan data lain yang mendukung dalam penelitian ini.

a) Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini mencakup studi pustaka, penentuan parameter hibrida, pengambilan data, perancangan model, pengujian, analisa data dan kesimpulan

b) Perancangan sistem pembangkit hibrid

Langkah-langkah perancangan sistem energi hibrida untuk rumah tangga dengan perangkat lunak Homer ditunjukkan pada flowchart simulasi berikut.



Gambar 2. Flowchat simulasi

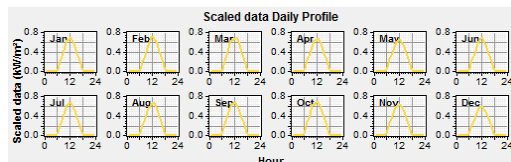
HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Input Parameter data sumber daya terbarukan yang tersedia di pekanbaru

a) Sumber daya matahari

Lokasi kota Pekanbaru ibu kota Provinsi Riau terletak pada kordinat lintang utara $0^{\circ}28'53,5''$ south dan garis bujur

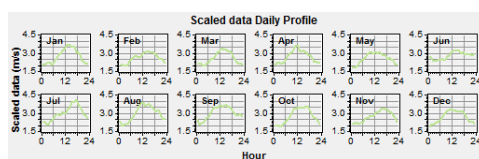
101°28'7,23" east. Data radiasi matahari didapatkan melalui "get data internet " dimana homer akan secara otomatis masuk kedalam situs resmi badan antariksa Amerika serikat (*NASA Surface Meteorology*). kemudian didapat data radiasi matahari per tahun sekitar 4,867 kWh/m²/d.



Gambar 3. Data rata-rata insolasi matahari (kWh/m²/d) selama setahun

b) Sumber daya angin

Data kecepatan angin didapat melalui pengambilan data dari BMKG Pekanbaru. Dari hasil Pengambilan data didapat hasil kecepatan rata-rata kecepatan angin per tahun sekitar 2,76 m/s. Gambar.4 menunjukkan menunjukkan nilai kecepatan angin daerah pekanbaru dan sekitarnya, berdasarkan data dari BMKG kecepatan angin yang paling tinggi adalah pada bulan September yaitu 3,02 m/s dan kecepatan angin paling rendah terjadi pada bulan mei yaitu 2,57 m/s.

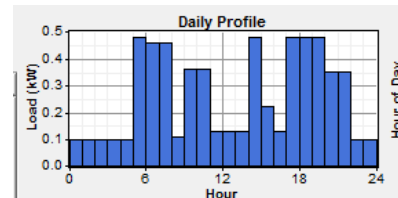


Gambar 4. Data rata-rata kecepatan angin selama setahun

c) Input parameter data beban rumah Tangga

Langkah awal dalam perancangan sistem hibrid PLTS dan PLN untuk rumah tangga diperumahan perkotaan adalah penentuan beban total harian rumah tangga (Lubis,2006 : 54) . Dari penentuan beban total harian tersebut akan didapat kurva beban listrik rumah tangga khususnya dalam penelitian ini adalah beban rumah tangga

golongan . Data beban dapat dilihat pada gambar 5. Berikut:

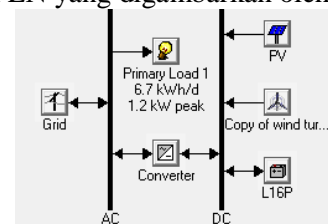


Gambar 5. Input parameter Beban rumah tangga

Gambar diatas menjelaskan profil beban rumah tangga per jam selama satu hari. Sebuah rumah perlu daya listrik sekitar 6,7 kWh/d. Pada grafik terlihat bahwa beban puncak terjadi pada pagi hari dan sore hari yaitu antara pukul 05.00-08.00 WIB dan 17.00-21.00 WIB sedangkan beban terendah terjadi antara pukul 23.00-05.00 WIB.

2. Merancang konfigurasi sistem hibrida

Komponen utama dari sistem tenaga hibrida untuk beban rumah tangga adalah photovoltaic,turbin angin, dan listrik dari PLN, sedangkan komponen pendukung dari sistem adalah konverter,baterai bank,ac bus. Gambar 6 adalah sistem tenaga surya-turbin angin-PLN yang digambarkan oleh Homer



Gambar 6. Sistem tenaga surya-turbin angin-PLN

Tabel 1. biaya Komponen

Komponen	Daya (kW)	Modal	Biaya penganti	Operasi dan Pemeliharaan	Life time
Photovoltaic	0,1	\$216	\$216	0	20 th
Turbin angin	0,5	\$720	\$700	\$20/thn	15 th
Konverter	1	\$32	\$32	\$20/thn	15 th

Baterai 225A \$159 \$159 \$50/thn
h/6
V

4.1. Analisa Sensitifitas Analisa sensitifitas rata-rata radiasi matahari terhadap kecepatan angin rata-rata

3. Konfigurasi Energi terbarukan

Homer mengelompokkan 3 konfigurasi sistem yang berbeda untuk setiap komponennya. Hasil konfigurasi untuk kecepatan angin 2.76 m/s, radiasi sinar matahari 4,87 kWh/m²/d ditunjukkan pada gambar.7

PV (kW)	WT	T-105	Conv. (kW)	Efficiency Measures	Grid (kW)	Initial Capital	Operating Cost (\$/yr)	Total NPC	COE (\$/kWh)	Plan. Frac.	Capacity (kWh)	Batt. Life (yr)
2.0	1	8	1	No	1.3	\$2,584	252	\$5,156	0.131	0.58	0.00	10.0
2.0	1	8	1	No	1.3	\$3,304	271	\$6,067	0.152	0.59	0.00	10.0
6	8	1	No	1.3	\$5,624	562	\$11,351	0.407	0.29	0.00	10.0	10.0

Gambar .7 Hasil optimasi sistem

Pada kasus beban rumah tangga didapat konfigurasi sistem berupa 1 kW panel surya 8 baterai bank, 1 kW konverter. Konfigurasi ini dipilih pada baris pertama berdasarkan total *net present cost (NPC)* terendah yaitu sebesar \$5156, dengan *initial capital cost* \$2,584, dan *cost of energy (COE)* \$0.131 /kWh.

PV (kW)	WT	T-105	Conv. (kW)	Efficiency Measures	Grid (kW)	Initial Capital	Operating Cost (\$/yr)	Total NPC	COE (\$/kWh)	Plan. Frac.	Capacity (kWh)	Batt. Life (yr)
2.0	1	8	1	No	1.3	\$2,584	252	\$5,156	0.131	0.58	0.00	10.0
2.0	1	8	1	No	1.3	\$3,304	271	\$6,067	0.152	0.59	0.00	10.0
6	8	1	No	1.3	\$5,624	562	\$11,351	0.407	0.29	0.00	10.0	10.0

Gambar 9. Hasil konfigurasi sistem

Berdasarkan gambar.9 COE untuk konfigurasi photovoltaik dan PLN (PV-PLN) lebih rendah sebesar \$0.180/kWh dibanding konfigurasi sistem yang lain, COE atau *cost of energy* adalah biaya penggunaan energi per kWh yang dihitung oleh sistem.

PV (kW)	WT	T-105	Conv. (kW)	Efficiency Measures	Grid (kW)	Initial Capital	Operating Cost (\$/yr)	Total NPC	COE (\$/kWh)	Plan. Frac.	Capacity (kWh)	Batt. Life (yr)
2.0	1	8	1	No	1.3	\$2,584	252	\$5,156	0.131	0.58	0.00	10.0
2.0	1	8	1	No	1.3	\$3,304	271	\$6,067	0.152	0.59	0.00	10.0
6	8	1	No	1.3	\$5,624	562	\$11,351	0.407	0.29	0.00	10.0	10.0

Gambar 10. konfigurasi sistem radiasi matahari 4,87kWh/m²/d dengan kec.angin 2.76m/s

Perbandingan sensitivitas sumber radiasi matahari lebih memberikan pengaruh yang dominan dibandingkan sumber energi kecepatan angin, hal ini disebabkan pengaruh dari tidak terlalu besarnya sumber energi angin di pekanbaru, konfigurasi yang paling optimal adalah konfigurasi pembangkit listrik hibrid sel surya-PLN(PV-PLN) dengan total NPC sebesar \$5,156 dan biaya COE sebesar \$0,131 /kWh.

PENUTUP

A. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil simulasi program dan analisis kelayakan model penerapan pembangkit listrik untuk rumah tangga di pekanbaru menunjukkan potensi radiasi matahari yaitu 4,87 kWh/m²/d dan potensi energi angin sebesar 2,67 m/s. Konfigurasi yang paling optimal untuk pembangkit listrik hibrid rumah tangga di pekanbaru adalah PLN-Surya (PLN-PV). Hasil dengan total NPC sebesar \$5,156 dan biaya keekonomian (COE) sebesar \$0.131/kWh.

B. SARAN

Penelitian ini diharapkan dapat turut mengambil bagian dalam pengembangan teknologi pembangkit listrik energi baru terbarukan dan aplikasinya. Aspek yang mempengaruhi listrik hibrid telah ditinjau dari pemodelan berdasarkan software. Berupa kajian ilmiah secara teori mempelajari pemodelan pembangkit listrik

hibrid untuk rumah tangga, Kajian ini diharapkan dapat ditindaklanjuti berupa aplikasi sistem pembangkit listrik hibrid untuk rumah tangga yang dapat diterapkan sebagai solusi penggunaan energi terbarukan di pekanbaru dan sekitarnya.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada bapak Dr. Indra Yasri, ST., MT selaku pembimbing yang telah mengarahkan dan membimbing penulis selama penelitian ini. Terima kasih kepada orang tua dan keluarga yang telah memberikan dukungan dan motivasi selama ini. Terima kasih kepada para sahabat dan rekan-rekan Teknik Elektro yang telah banyak membantu penulis dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Arash Asrari, Abolfazl Ghasemi, mohammad hossein javidi. 2012. *Economic Evaluation of Hybrid Renewable Energy System for Rural Electrification In Iran – A case study*. Renewable and sustainable Energy Reviews 16, 313-3130
- Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. 2016. *Data kecepatan angin rata-rata daerah Pekanbaru tahun 2011-2015*, Pekanbaru. BMK
- Fadillah, muhammad, et al 2014. *Analisis Prakiraan Kebutuhan Energi Listrik Tahun 2015-2024 Wilayah PLN Kota Pekanbaru dengan Metode Gabungan*, Pekanbaru. JOM FTEKNIK Vol 2 no 2
- Gilman, Paul. Peter Lilienthal, 2006. *Micro Power System Modeling With Homer*, National Renewable Energy Laboratory. Chapter 15, 379-418.
- Juwiko, et al. 2012. *Optimalisasi Energi Terbarukan Pada Pembangkit Tenaga Listrik Dalam Menghadapi Desa Mandiri Energi Di Margajaya*. Jurnal Ilmiah Semesta Teknik Vol 15, No 1, 22-34
- Lubis, Abubakar dan Adjat Sudrajat. 2006. *Listrik Tenaga Surya Fotovoltaik*. BPPT Press, Jakarta.
- Suhartanto, tri. 2014. *Tenaga hibrid (Angin Surya) di pantai baru pandasimo*, yogyakarta. JENTETI Vol 3 no 1
- Shafikur Rehman, Luai M. Al-hadrami. (2010). *Study Of A Solar Pv-Diesel-Battery Hybrid Power System For A Remotely Located Population Near Rafha Saudi Arabia*. Energy 35, 4986-4995.
- Wijaya, et al. 2014. *Optimasi Potensi Energi Terbarukan Untuk Sistem Pembangkit Listrik Hibrid Di Desa Marga Jaya Bengkulu Utara Menggunakan Perangkat Lunak Homer*. Semarang : Universitas Diponegoro